

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lalu lintas mempunyai peran strategis dalam mendukung aktivitas manusia, khususnya untuk integritas nasional. Pengaturan lalu lintas di ruas jalan dimaksudkan untuk mengatur pergerakan kendaraan agar dapat bergerak secara hati-hati dan waspada sehingga meminimalisir terjadinya kecelakaan. Salah satu infrastruktur yang digunakan pada lalu lintas dan memiliki peran untuk menciptakan lingkungan yang aman adalah alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL).

Dampak APILL telah dipelajari secara ekstensif pada literatur, studi menunjukkan bahwa penerangan jalan berperan penting dalam mengurangi angka kecelakaan sebesar 30% pada malam hari [1]. Data lain menunjukkan bahwa penurunan risiko kecelakaan pada jalan pedesaan yang memiliki penerangan menjadi 17% dari nilai sebelumnya yaitu 145% [2]. Kehadiran APILL menunjukkan bahwa meningkatkan kualitas pencahayaan dapat mengurangi jumlah kecelakaan yang terjadi pada malam hari [3]. Cahaya lampu peringatan yang berkedip akan lebih menarik perhatian pengemudi daripada cahaya lampu yang bersinar stagan [4]. APILL digunakan hampir secara universal untuk keadaan darurat dan peringatan dengan standar interval kedipan yang telah ditetapkan oleh Institute of Transportation Engineers (ITE) Washington dengan frekuensi 0,9—1,25 Hz, namun frekuensi 1 Hz yang umum digunakan [5]. Warna kuning merupakan pilihan yang efektif sebagai tanda peringatan untuk bersiap-siap berhenti [6].

Alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL) atau *traffic light* menjadi salah satu faktor penting dalam arus lalu lintas guna menunjang pengaturan lalu lintas bagi pengguna jalan untuk beraktivitas [7]. Penerangan jalan umum sangat diperlukan sebagai sumber peringatan atau penerangan, terutama untuk kondisi jalan yang gelap agar tidak terjadi kecelakaan [8], sistem tenaga surya hadir sebagai energi alternatif konsumsi listrik. Indonesia merupakan daerah tropis yang mempunyai potensi energi matahari sangat besar dengan insolasi harian rata-rata 4,5—4,8 kWh/m² per hari [9], potensi energi matahari yang diterima di Indonesia dapat

dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif yang murah dan tersedia sepanjang tahun karena penggunaan energi konvensional seperti batubara dan minyak bumi semakin lama akan menipis seiring digunakan oleh manusia.

Informasi energi yang diberikan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) hanya dapat dipantau secara berkala melalui sistem yang terpasang di PLTS itu sendiri. Selain meningkatkan keselamatan lalu lintas, infrastruktur ini juga berperan dalam menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih berkelanjutan, mengurangi konsumsi energi konvensional, dan memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat, dengan menggunakan *internet of things* (IoT) jaringan yang menghubungkan berbagai objek atau perangkat dengan internet menggunakan protokol yang telah ditentukan [10], informasi energi listrik pada baterai akan jadi lebih efektif pemantauannya jika dapat dilihat dari *smartphone*, sehingga memudahkan teknisi untuk melakukan pemeliharaan jika ada kendala dalam sistem tersebut.

Sistem APILL yang mengadopsi penggunaan efek fotovoltaik dalam insolasi matahari dengan IoT adalah investasi penting untuk masyarakat. Berdasar latar belakang yang telah disebutkan sebelumnya, penelitian ini mengusulkan APILL satu warna menggunakan tenaga surya sebagai sumber energinya yang berbasis IoT. Diperlukan penggunaan teknologi dan sumber energi yang dapat diperbarui, serta penyediaan informasi pemantauan tentang kinerja baterai dalam sistem, sehingga teknisi dapat melakukan perawatan yang tepat jika terdeteksi masalah dalam sistem.

1.2 State Of The Art

State of The Art adalah bentuk keaslian karya ilmiah yang akan dibuat sehingga memungkinkan untuk tidak adanya tindakan plagiarisme sebagai bentuk pencurian karya ilmiah. Penelitian sebelumnya berfungsi sebagai bahan referensi dan memperkaya pembahasan penelitian. Penelitian disertakan empat jurnal yang berhubungan dengan konsep penelitian tugas akhir penulis. Adapun penelitian ini merujuk pada beberapa referensi utama pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Daftar referensi utama.

Judul	Peneliti	Tahun
Analisis Dampak Perubahan Iklim Terhadap Efisiensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya FTI UII	Husein Mubarak, Mohd. Brado Frasetyo, Etika Nur Aini	2022
<i>Internet of Things-Based Photovoltaics Parameter Monitoring System Using NodeMCU ESP8266</i>	Tole Sutikno, Hendril Satrian Purnama, Anggit Pamungkas, Abdul Fadlil, Ibrahim Mohd Alsofyani, Mohd Hatta Kopri	2021
<i>Design and Implementation of a Smart Traffic Signal Control System for Smart City Application</i>	Wei-Hsun Lee, Chi-Yi Chiu	2020
<i>Smart Density Based Traffic Light System</i>	Anam Firdous, Indu, Vandana Niranjan	2020

Penelitian mengenai teknologi energi listrik menggunakan cahaya matahari dilakukan dari berbagai lembaga, baik universitas atau lembaga riset. Pada Tabel 1.1 diperlihatkan masing-masing penelitian yang berkaitan dengan pembangkit listrik tenaga surya dan desain lampu lalu lintas. Penelitian pertama dilakukan oleh Husein Mubarak, dkk [11]. Penelitian tersebut dilakukan untuk mengetahui pemanfaatan energi dan pengaruh perubahan iklim terhadap produksi PLTS FTI UII. Data yang diukur adalah produksi energi, jumlah konsumsi energi dan efisiensi dengan periode Maret tahun 2017 sampai bulan Juli tahun 2022. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat produksi dan efisiensi terendah PLTS FTI UII terdapat pada tahun 2018, sedangkan produksi tertinggi terdapat pada tahun 2019. Penulis juga melakukan perbandingan dengan penelitian sejenis yang dilakukan oleh Boulaid, dkk di Universitas Ibn Zohr. Hasil efisiensi yang didapat untuk PLTS FTI UII adalah sebesar 45,67%, sedangkan untuk Universitas Ibn Zohr adalah 16,32%.

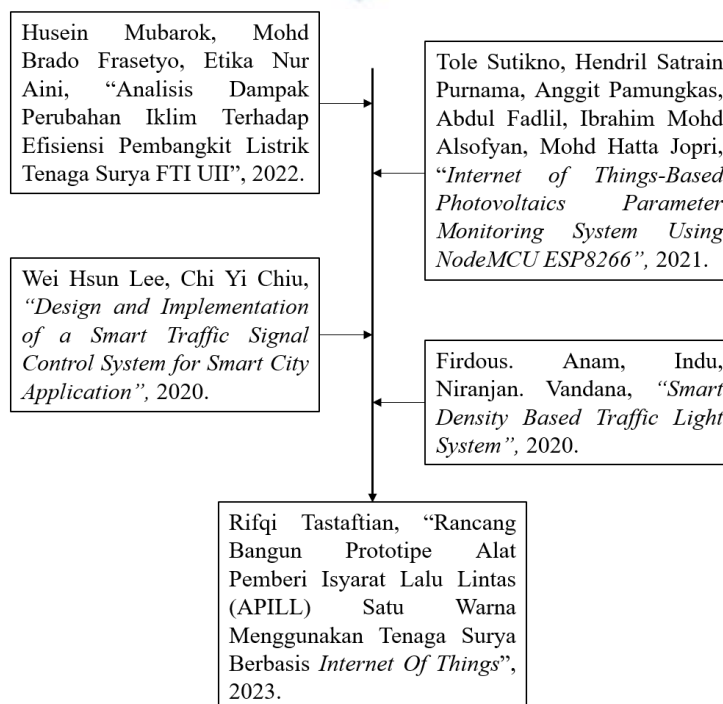
Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Tole Sutikno, dkk [12]. Penelitian yang dilakukan adalah riset tentang sebuah sistem pemantauan parameter *photovoltaic* (PV) berbasis IoT. Sistem ini dapat mengukur beberapa parameter, seperti radiasi matahari, suhu sekitar, tegangan keluaran PV, arus keluaran PV, dan daya keluaran PV. Untuk melakukan pengukuran tersebut, sistem menggunakan peralatan seperti fotodiode, sensor DHT22, pembagi impedansi, dan ACS712. NodeMCU V3 ESP8266 digunakan sebagai pengontrol utama sistem dan juga berfungsi sebagai *gateway* Wi-Fi. Dengan demikian, data parameter yang terukur dapat langsung ditransfer ke *cloud* tanpa menggunakan modul Wi-Fi eksternal. Hasil pengukuran parameter yang diperoleh dilacak di server *cloud* menggunakan ThingSpeak.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Wei Hsun Lee, dkk [13]. Penelitian ini dilakukan riset tentang infrastruktur yang mendukung kemampuan jaringan kendaraan adalah faktor kunci keberhasilan *smart city* karena memungkinkan banyak layanan transportasi. Untuk mengurangi kemacetan lalu lintas dan meningkatkan efisiensi angkutan umum, banyak *intelligent transportation system* (ITS) yang perlu dikembangkan. Penelitian ini dirancang dan diimplementasikan sistem *smart traffic signal control* (STSC) dengan mendukung beberapa aplikasi transportasi *smart city* termasuk *emergency vehicle signal preemption* (EVSP), *public transport signal priority* (TSP), *adaptive traffic signal control* (ATSC), pendukung *eco-driving*, dan penyiaran pesan. Skema sinyal lalu lintas baru secara khusus dirancang untuk skenario EVSP, ini dapat menginformasikan semua pengemudi di dekat persimpangan yang mana arah *emergency vehicle* (EV) mendekat, memperlancar arus lalu lintas, dan meningkatkan keamanan.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Anam Firdaus, dkk [14]. Penelitian yang dilakukan adalah bagaimana caranya menghadapi banyak masalah, salah satunya adalah kemacetan lalu lintas. Kemacetan lalu lintas menjadi lebih serius hari demi hari karena bertambahnya intensitas kendaraan pada setiap individu, ini tidak hanya menyebabkan tekanan mental pengendara tetapi juga banyak bahan bakar yang terbuang percuma karena keterlambatan persimpangan lalu lintas. Hal ini membutuhkan pengembangan sistem untuk menangani lalu lintas dengan cara yang cerdas dengan menyesuaikan secara otomatis pengaturan waktu berdasarkan

kepadatan lalu lintas menggunakan Arduino Uno ATmega 328P. Dalam hal ini, lalu lintas masuk menggunakan sensor *infrared* (IR) digital dan sensor IR mendeteksi kendaraan lebih lanjut berdasarkan sinyal yang dipantulkan dari sensor. Sensor ditempatkan dengan jalan untuk mengontrol kepadatan lalu lintas dengan mengubah lampu lalu lintas secara tepat. Semua sensor IR dihubungkan dengan Arduino Uno dan membaca data dari sensor IR. *Traffic light* untuk sistem ini dirancang menggunakan LED dan setiap sinyal terdiri dari dua LED untuk setiap jalur dengan memanfaatkan tenaga surya dari panel surya dan digunakan untuk membangun *smart traffic signal* yang secara otomatis menyesuaikan waktunya berdasarkan arah lalu lintas.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, persamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penggunaan tenaga surya sebagai sumber energi pada lampu lalu lintas. Kemudian perbedaannya, terletak pada data pemantauan sistem energi baterai, di mana penelitian ini digunakan aplikasi Blynk sebagai media data pemantauan, selain itu juga digunakan sensor INA219 sebagai sensor tegangan dan arus pada baterai. Gambar 1.1 merupakan hubungan penelitian yang dijadikan acuan referensi pada penelitian ini.



Gambar 1. 1 Hubungan penelitian.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini berawal dari konsep bahwa masyarakat harus mendapatkan rasa aman dan kewaspadaan dalam berkendara dalam berlalu lintas dengan memanfaatkan energi terbarukan, sehingga mengurangi persentase kecelakaan di jalan. Sinar matahari diperlukan untuk dijadikan sumber energi listrik dalam APILL berbasis IoT. Berdasarkan uraian tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancang bangun prototipe APILL satu warna menggunakan tenaga surya berbasis IoT?
2. Bagaimana kinerja prototipe APILL satu warna menggunakan tenaga surya berbasis IoT?

1.4 Tujuan

Tujuan diperlukan untuk memperlihatkan apa yang dilakukan dalam penelitian ini. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengimplementasikan prototipe APILL satu warna menggunakan tenaga surya berbasis IoT.
2. Menganalisis kinerja sistem prototipe APILL satu warna menggunakan tenaga surya berbasis IoT.

1.5 Manfaat

Manfaat diperlukan untuk memperlihatkan apa yang dilakukan dalam penelitian ini. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

Manfaat nilai akademis dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik mengenai perkembangan di bidang keilmuan teknik elektro.
2. Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi beberapa pegiat bidang elektro.

Manfaat nilai praktis dari penelitian ini adalah:

1. Mengatur pengendara agar lebih tertib dalam berkendara.

2. Mengurangi persentase kecelekaan dalam lalu lintas.
3. Meningkatkan pemanfaatan sinar matahari sebagai energi terbarukan.

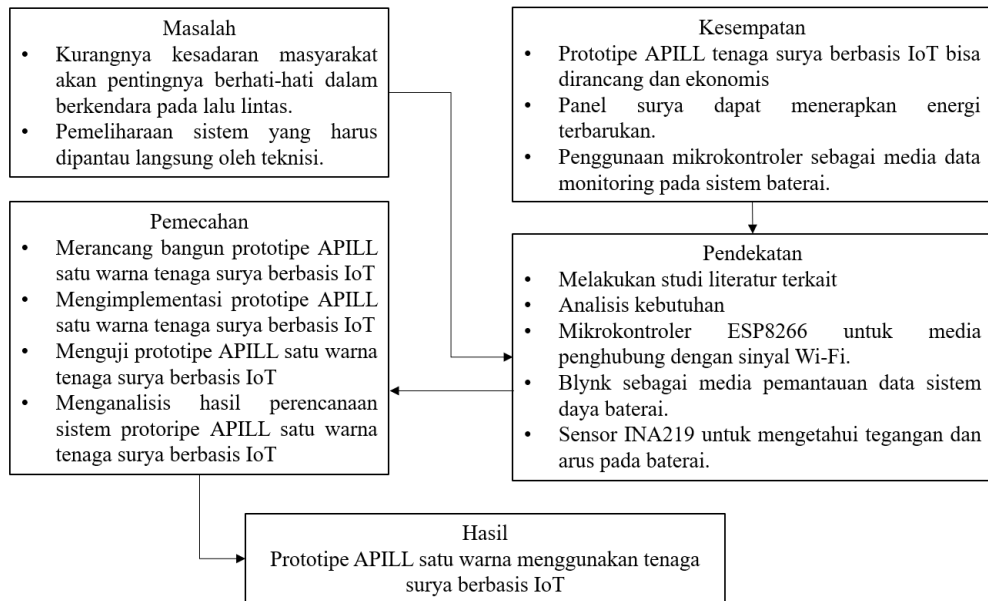
1.6 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diharapkan mempunyai fokus penelitian yang jelas, sehingga perlu adanya batasan masalah untuk menghindari meluasnya topik bahasan. Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Panel surya yang digunakan memiliki kapasitas 20 Watt *peak*.
2. Dua unit *light emitting diode* (LED) WS2812B yang disusun seri sebagai APILL.
3. *Solar charge controller* (SCC) yang digunakan berkapasitas 12/24 V dengan maksimal arus 10 A.
4. Baterai yang digunakan adalah jenis *valve regulated lead acid battery* dengan kapasitas 12 V 26 Ah.
5. Menggunakan mikrokontroler Arduino Uno untuk aktuator LED.
6. Menggunakan sensor INA219 untuk mengukur nilai arus dan tegangan.
7. Menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai media yang terkoneksi dengan Wi-Fi
8. Menggunakan aplikasi Blynk sebagai media penyampaian informasi baterai.
9. Pengujian sistem baterai dilakukan sampai tegangan baterai mencapai nilai *state of charge*.
10. Pengambilan data berfokus kepada nilai tegangan, arus, dan daya pada baterai.
11. Pengujian panel surya dilakukan pada saat siang hari.

1.7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir berisi alur pemikiran yang memuat uraian sistematis tentang hasil perumusan masalah penelitian yang diperkirakan dapat diselesaikan melalui pendekatan yang dibutuhkan untuk melakukan perancangan dan realisasi prototipe APILL satu warna tenaga surya. Untuk mengatasi masalah tersebut, kerangka berpikir penelitian ini dijelaskan pada Gambar 1.2.



Gambar 1. 2 Alur kerangka berpikir penelitian.

1.8 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman dalam penulisan tugas akhir, maka penulisan akan dibagi menjadi enam bab, dan setiap bab dibagi ke dalam beberapa sub bab dengan penjelasan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

BAB I merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, *state of the art*, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, kerangka berpikir, dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

BAB II berisi tentang teori dasar yang digunakan dalam penelitian dan memberikan gambaran informasi yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

BAB III berisi tentang diagram alur penelitian dan jadwal penelitian untuk prototipe rancang bangun APILL satu warna tenaga surya berbasis IoT.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Bab IV menjelaskan tentang realisasi rencana penelitian dengan merancang APILL satu warna menggunakan tenaga surya berbasis IoT dan mengetahui pengujian performa dari alat yang dibuat di lapangan.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

BAB V berisi tentang hasil-hasil uji penelitian yang telah dirancang yaitu hasil keluaran tahanan, arus, dan daya. Selain itu, pengujian pada aplikasi untuk *monitoring* kapasitas pada baterai.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VI berisi tentang hasil dari analisis yang dilakukan mengenai kinerja APILL satu warna menggunakan tenaga surya berbasis IoT. Selain itu, hal-hal batasan yang tidak bisa dilakukan pada penelitian ini untuk kedepannya bisa dilakukan oleh peneliti lain untuk dikembangkan.

